Biota Colombiana

ISSN 0124-5376

Volumen 14 · Número 2 · Julio - diciembre de 2013

















Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, arbitrada mínimo por dos evaluadores externos y uno interno, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. El proceso de arbitraje tiene una duración de tres a cuatro meses, a partir de la recepción del artículo por parte de *Biota Colombiana*. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye, además, las secciones de Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades Bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indexada en Publindex (Categoría B), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Publindex, Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / ***Biota Colombiana*** is published two times a year. For further information please contact us.

Información
biotacol@humboldt.org.co
www.humboldt.org.co/biota

Impreso por JAVEGRAF
Impreso en Colombia / Printed in Colombia
Revista *Biota Colombiana*
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
Teléfono / *Phone* (+57-1) 320 2767
Calle 28A # 15 - 09 - Bogotá D.C., Colombia

Ensayo

Plantas acuáticas: aspectos sobre su distribución geográfica, condición de maleza y usos

Anabel Rial B.

Resumen

Los registros de plantas acuáticas en nuevas localidades permiten ampliar su área de distribución geográfica, pero no siempre informan sobre su origen y condición de nativa o introducida. En el caso de la flora acuática de los llanos del Orinoco, la mayoría de las especies (70%) habita solo en el Neotrópico, de modo que su área nativa se halla en América. Muchas de estas plantas han alcanzado distribuciones más amplias, debido a que los sistemas acuáticos en los que habitan constituyen en sí mismos medios de dispersión. Además, una serie de estrategias como la reproducción asexual y las ecofases les permiten colonizar y reproducirse rápida y exitosamente en nuevos ambientes. No menos importante es la influencia humana en la dispersión activa de estas plantas, principalmente por efectos de la agricultura y las obras hidráulicas. Por ello, debido a su naturaleza dominante y su plasticidad ecológica, algunas plantas acuáticas se convierten en maleza, tanto en su medio natural como en aquellos hábitats que han sido alterados por el ser humano en calidad y cantidad de agua. Las especies que se dispersan naturalmente o con ayuda del hombre, y que tienen éxito en nuevos ambientes, se les considera naturalizadas, pero también invasoras y malezas, en cuyo caso se les combate casi siempre sin tener en cuenta la importancia de: 1) conservar o restaurar la naturaleza de los sistemas acuáticos que hemos afectado; 2) aprovechar los usos potenciales que estos recursos hidrobiológicos ofrecen y 3) estudiar, valorar y preservar su insustituible función en la dinámica de estos ecosistemas.

Palabras clave. Recursos hidrobiológicos. *Eichhornia crassipes*. Especies invasoras. Malezas. Humedales. Cuenca del Orinoco.

Abstract

Some aspects related to the geographical distribution of aquatic plants are discussed. While records in new locations can extend the range of spatial presence, it contribute little about the origin and native or introduced condition of macrophytes. Aquatic systems can be diverse. They represent themselves a dispersion media for aquatic plants, besides asexual reproduction combined with other strategies, allowed to colonized other environments and enlarge their distribution. The majority of aquatic plant species in the Orinoco basin have neotropical distribution. Some are considered weeds because they are dominant and have a remarkable ecological plasticity both in the wild and disturbed habitats. Species that have been dispersed naturaly or by humans and succeed in their new habitats, can be considered naturalized but also invasive weeds and are fought, rightly but not with the same determination that would put: 1) to preserve or restore the aquatic systems that have affected; 2) exploit the potential uses these aquatic resources offer; 3) considering its value in the ecosystems.

Key words. Hydrobiological resources. *Eichhornia crassipes.* Weeds. Invasive species. Wetlands. Orinoco basin.

Introducción

Los ecosistemas acuáticos tropicales han sido comparativamente menos estudiados que los terrestres; tal vez el hecho de que los humanos seamos organismos terrestres, implique superar una predisposición natural antes de "entrar al agua" y describir sus componentes y procesos.

En el caso de los sistemas pulsátiles (Neiff 1999, 2001), su complejidad espacio-temporal amerita además, mayores periodos de observación para que seamos capaces de comprender y describir las variadas fisonomías del paisaje (Rial 2004 a) y con ello el comportamiento de las plantas acuáticas. Así que de un modo general, puede ser cierto que los ecosistemas acuáticos son poco diversos (Rzedowski 1991 y Crow 1993), porque podemos agruparlos en lénticos o lóticos, temporales o permanentes, profundos o someros, dulces, salados o salobres, y que la riqueza de su vegetación no se compara con la terrestre.

Pero desde otros puntos de vista, los sistemas acuáticos son diversos, incluso irrepetibles como resultado de combinaciones espacio-temporales únicas que generan hábitats acuáticos efímeros y ensamblajes de especies a menudo cambiantes. Coincidiendo con Crow (1993), observamos cierta tendencia a la dominancia de algunas especies de plantas acuáticas en detrimento de otras y es esa característica, derivada de su mayor plasticidad ecológica, la que guarda relación con su potencial para convertirse en maleza o invasora, términos que se adjudican a ciertas especies ecológicamente bien adaptadas y distribuidas ampliamente en nuestro continente y en el mundo, y cuyo potencial es escasamente aprovechado por el hombre.

Sobre la distribución geográfica de las plantas acuáticas

En su trabajo sobre la fitogeografía de hidrófitas de Norteamérica, Stuckey (1993), dedujo que los patrones de distribución a escala continental o mundial de las angiospermas acuáticas son consecuencia de dos grandes perturbaciones sobre la superficie de la tierra: 1) natural: la glaciación en el hemisferio norte durante el Pleistoceno y 2) artificial, las actividades antropogénicas. En el caso del género *Ceratophyllum* por ejemplo, sus especies resistieron a las glaciaciones, ampliando su distribución en el continente americano; esto según Les (1986), debido a su capacidad de dispersión y su adaptación al frío y a condiciones oligotróficas.

En contraste con las plantas terrestres, las plantas acuáticas tienen un área de distribución geográfica más amplia y un menor endemismo local, salvo excepciones como el de la familia Podostemaceae (Philbrick *et al.* 2010) (Figura 1).

Distribución cosmopolita, tropical-subtropical y neotropical

La distribución geográfica más amplia: cosmopolita o pantropical, se atribuye a las plantas acuáticas que han sido registradas en todo el planeta o en todos los grandes continentes. En algunos casos se conoce su área o rango nativo y en muchos otros no. Por ejemplo *Eleocharis acicularis,* conocida en Colombia como cebolleta de pantano, mara o piso, esta ciperácea habita tanto la región circunboreal como ecuatorial. Es considerada nativa en Venezuela (Briceño y Morillo 2006), en China (Wu 2001), en la Micronesia



Figura 1. Podostemaceae endémica de Suramérica. Únicamente registrada en Brasil y Venezuela. Foto: C. A. Lasso.

(Fosberg *et al.* 1987), pero también en Estados Unidos; y si datáramos su presencia en otros lugares del planeta en los que habita y en donde es dudoso su origen, como en el caso de Polonia, podríamos hallar registros de esta planta del Holoceno tardío (Latalowa 1999).

Le siguen las plantas de distribución tropical y subtropical que excluyen de su área geográfica las zonas más frías del planeta (regiones Neártica y Paleártica de la clasificación de Wallace). Sin embargo, al habitar distintos continentes, algunas de ellas se han denominado erróneamente cosmopolitas. Es el caso de *Leersia hexandra,* la conocida lambedora, que si bien es de amplia distribución, no crece en climas helados. Se considera nativa en Zimbabwe, pero también en los Estados Unidos, donde se incluye además en la lista de especies en peligro o amenazadas. También se considera nativa de las sabanas inundables del Orinoco en Colombia (Peñuela *et al.* 2011) y Venezuela (Tejos 1978, González y Piña 1995) y es común en China, Egipto, Líbano, Marruecos, Guinea Ecuatorial, Francia, India, Madagascar, México o Uruguay.

Esta distribución amplia, discontinua o disyunta de las plantas acuáticas es atribuida por Santamaría (2002), Santamaría y Klaassen (2002) y Les *et al.* (2003) a las aves. Sculthorpe (1985) había enumerado antes estas causas: 1) distribuciones posteriores de larga distancia; 2) introducciones humanas y 3) orígenes en todos esos sitios, incluso contando con la escisión de la Pangea, tal como sugieren Cusset y Cusset (1988) al desarrollar la hipótesis de que el patrón de distribución intercontinental actual de la podostemácea *Tristicha trifaria* está asociado a la separación de África y América.

Reduciendo el ámbito espacial, las plantas acuáticas tropicales habitan sólo en los climas más cálidos y constantes del planeta y se consideran neotropicales las nativas de América, desde el norte de México hasta el centro de Argentina (Rapoport 1968, Fittkau 1969, Cabrera y Willink 1973, Morrone 2001). Dentro de este ámbito la distribución puede ser amplia si incluye zonas cálidas y templadas, altas y bajas en altitud, o restringida si sólo se encuentran en una parte de Suramérica, por ejemplo. Siguiendo la clasificación de Morrone (2001) podemos precisar a grandes rasgos siete subregiones y buscar en ellas el origen de algunas de las plantas acuáticas del continente: 1) Caribeña (México - Antillas - Ecuador); 2) Amazónica (Ecuador - Yungas bolivianas); 3) Chaqueña (Brasil - Argentina); 4) Paraense (Brasil - Bolivia - Atlántico); 5) Andina (Perú); 6) Chilena - central (Chile) y 7) Patagónica.

Pero en lo concerniente a la distribución de las especies, aun con los límites geográficos claros y las clasificaciones geobotánicas y fitogeográficas disponibles, el rango es susceptible de modificarse constantemente debido a: 1) la predictibilidad, la naturaleza de los organismos y su presencia en un ambiente de determinadas características, que permite predecir otras distribuciones potenciales; y 2) a los inventarios, la suma de registros de diversas localidades amplía el área de distribución de las especies. Esto nos hace tener en cuenta que cuando en la literatura y páginas web especializadas se menciona la distribución de determinada especie, se refiere a los lugares en los que se ha registrado su presencia, datos que pueden incluir localidades a las que la especie ha llegado naturalmente o no, pero que no siempre refieren el origen de la especie, pues esta información no sólo es escasa, sino imprecisa para un buen conjunto de plantas acuáticas. De modo que cuando se dice, por ejemplo, que *Eichhornia crassipes* es una planta de distribución pantropical o cosmopolita (Lacoul y Freedman 2006), sólo se informa sobre la extensión geográfica en la que se ha registrado la especie, no sobre su distribución natural.

Ahora bien, si tomamos como ejemplo nuestro ámbito mejor conocido, la cuenca del Orinoco, cuya riqueza de flora acuática estimamos en unas 250 a 300 especies (incluyendo región del Escudo Guayanés) (Rial 2009), podríamos decir que el origen de la mayoría de su flora acuática es el continente americano, ya que de esta cifra, aproximadamente el 70% muestra una distribución neotropical, es decir que habita solo en este continente. Un 15% de estas 300 especies ha sido registrado en los trópicos de todos los continentes, el 10% en los trópicos y subtrópicos y solo el 5% parece tener distribución cosmopolita. Pazl y Bessagodal (1999) muestran la

misma tendencia en Uruguay: de 232 especies de macrófitas, 81% son de distribución subtropical en Suramérica y solo el 6% es cosmopolita.

Chambers *et al.* (2008) afirman que la diversidad de especies de plantas acuáticas es mayor en el Neotrópico en relación al resto del mundo y que entre el 61-64% de las plantas acuáticas de África y América son endémicas de estas regiones. Otros autores se interesan actualmente en la distribución de sus especies de plantas acuáticas. Mora-Olivo *et al.* (2008) han llegado a algunas conclusiones al respecto y a nivel local en México, pero sobretodo coinciden en la necesidad de ampliar el conocimiento sobre la distribución de la flora acuática.

Del origen a la naturalización, de la invasión a la condición de maleza

Para sumar imprecisiones al conocimiento sobre el área de distribución, diremos que el centro de origen y la distribución primaria de algunas especies de la flora acuática pueden perderse de vista con el tiempo. Para saber qué tan antigua es la presencia de algunas especies vegetales en nuestros humedales y decidir si son o no nativas, podríamos valernos de la palinología. Pero más importante sería averiguar cómo contribuimos a convertir una planta acuática nativa o invasora, en maleza, sabiendo de la predisposición natural a la dominancia de muchas de ellas y teniendo en cuenta que el término define, desde una perspectiva, el éxito adaptativo de una especie -nativa o no- en un medio usualmente alterado y propicio para su crecimiento y reproducción. En nuestros países, este objetivo está lejos de ser cumplido. Por ejemplo, en Venezuela tan solo cinco especies de plantas acuáticas exóticas se han reconocido oficialmente como malezas (MARN 2001): *Cyperus articulatus, Elodea canadensis, Ludwigia perennis, Sphenoclea zeylanica y Typha latifolia.* Hace falta trabajo de campo intensivo, identificación correcta de las entidades botánicas observadas, preservación de los ejemplares en herbarios y divulgación de la información.

En las comunidades vegetales acuáticas, y a la vista del hombre, una planta se considera una mala hierba cuando esta domina el espacio. Cuando cubre su superficie con más individuos que el resto, usualmente en detrimento de otras especies y en perjuicio de las actividades humanas. Pero habría que tener presente los ejemplos de plantas acuáticas que siendo consideradas maleza poseen una serie de cualidades que son aprovechadas en mayor o menor grado y éxito económico según la región y la tradición de los pobladores locales. Por ejemplo *Typha dominguensis,* una planta acuática arraigada emergente capaz de producir 200 a 300 g/m^2/año de biomasa, razón por la cual es considerada una maleza densa y difícil de erradicar, que sin embargo sostiene una importante industria artesanal de sombreros, muebles y cinturones en región zuliana de la Laguna de Sinamaica en Venezuela (Velásquez 1994).

Otro grupo considerable de plantas acuáticas califica además como invasor. Mas allá del significado por cuenta de su origen, el término se emplea también en alusión al efecto nocivo, que por competencia inter-específica, ejerce una especie ecológicamente exitosa sobre otras locales, luego de haber sido capaz de salir de su centro de origen, reproducirse y establecerse en el nuevo humedal. Es decir una especie con un alto *fitness* que amplía su área de distribución.

Bora, buchón, taruya, camalote, lirio de agua… *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.

En muchos lugares del mundo, la capacidad adaptativa superior de *Eichhonia crassipes* ha resultado perjudicial para el hombre. Esta afirmación daría para ahondar en cómo se vinculan causas y efectos, pero consideraremos primero las implicaciones de su origen, el cual parece no ser solo la Amazonia brasileña, sino muy probablemente un área mas extensa alrededor de esta cuenca. FAO (2004) por ejemplo, señala su dispersión hacia Centroamérica pero no hacia Suramérica, en la cual es tratada como invasora y maleza.

Colombia por ejemplo define como nativa a una especie que habita en su área natural pasada o presente y cuyo potencial de dispersión no depende del hombre; y establecida (antes conocida como naturalizada) cuando se reproduce exitosamente y tiene una población viable (según consenso de las

autoridades científicas 2009*, CBD 2010, Baptiste y Lasso 2012). Tomando el caso de *Eichhornia crassipes* y siguiendo las definiciones propuestas en 2009 en Colombia*, esta especie podría ser reconocida dentro de su área natural de distribución (presente) en Colombia, o al menos podría considerarse naturalizada o incluso criptogénica (Carlton 1996), si se dudara de su origen suramericano y no solo amazónico, sin embargo se incluye en la lista de especies introducidas y es tratada como maleza.

Según Miranda y Lot (1999) se asume que la mayor diversidad de formas de las especies ocurre en las cercanías del centro de origen y de dispersión. En el caso de *E. crassipes,* la manifestación de tristilia en las poblaciones sería una prueba de su origen nativo en ese lugar. Barret (1988) demuestra con la presencia de los tres morfos de *E. crassipes,* un área natural de distribución en la porción noroccidental de Suramérica que incluye amplias porciones de los territorios de Venezuela, Colombia, las Guayanas, Brasil, Bolivia y norte de Argentina; área aledaña al Amazonas desde donde se ha podido dispersar naturalmente gracias a las interconexiones fluviales y las ventajas que el hábito flotante libre (pleustofito) y la efectiva propagación asexual le proveen. Por otra parte, Barret (1988) advierte que estas condiciones ventajosas, hacen que sea cada vez mas raro encontrar poblaciones con los tres morfos florales, pues se ha producido un cuello de botella genético asociado a la dispersión a largas distancias y a la colonización de hábitats -tales como las planicies inundables del Orinoco-, en donde el régimen de inundación y sequía, desestimula la tristilia, tendiendo a reducir con ello el polimorfismo de la especie.

De modo que esta especie probablemente se dispersó naturalmente a las áreas adyacentes de su centro de origen, haciendo que sus poblaciones fueran tan abundantes en algunos hábitats, que incluso en sus áreas nativas es considerada una maleza. FAO (2004) y un considerable número de autores, afirman que *Eichhornia* es una de las peores malezas del mundo, como por ejemplo en Filipinas, India, Malasia, Sri Lanka, Tailandia, Vietnam, Lago Victoria, ríos Congo, Níger y Nilo, América Central, México, La Florida y el Caribe.

Efectivamente las consecuencias de estas superpoblaciones son un hecho que debemos corregir, pero no deja de resultar inquietante que se desconozcan las causas "… fuerte contaminación del agua en las represas y los ríos permite que el jacinto de agua prolifere e infeste totalmente los cuerpos de agua" (FAO 2004), y no se insista en evitarlas. Curiosamente la propia planta puede mitigar algunas de las causas que la convierten en maleza. *Eichhornia crassipes* es usada exitosamente en el tratamiento de aguas residuales, atenuación de procesos de eutrofización y rehabilitación de lagunas someras de Suramérica (Meerhoff *et al*. 2002, Meerhoff y Mazzeo 2004). También ha sido probada su capacidad de absorber metales pesados de los sistemas acuáticos (Mahamadi 2011), de hecho Sajn *et al.* (2005), se refieren a su uso en términos de fito-remediación en tanto que Arcos *et al.* (2002) la confirman como el remedio al dilema ¿contaminantes o soluciones de la contaminación por metales pesados?

Hace más de 30 años que el jacinto de agua (hyacinth -su nombre más común-) (Figura 2), es considerada provechosa en Asia, donde se cultiva para la alimentación humana, de peces y cerdos (Bagnall *et al.* 1974, Shiralipour y Smith 1984). Pero su aprovechamiento se extiende cada vez a más países de América y especialmente de África. Tal vez la contradictoria combinación de austeridad y abundancia, estimule allí el aprovechamiento de sus grandes producciones de biomasa para la producción de alcohol y biogás (Mshandete *et al.* 2004), alimento para los rumiantes (El-Serafy *et al.* 1981, Aboud *et al.* 2005) e incluso para producir un sucedáneo del papel de cera (Goswami y Saikia 1994).

Eichhornia crassipes abunda también en usos medicinales. La base de datos de Plantas Medicinales del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana del 2010, muestra cinco afecciones que

* Consenso 2009 entre Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidad Nacional de Colombia, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.



Figura 2. a) *Eichhornia crassipes* Mart. Solms. **b)** Embalsado de *Eichhornia*, las porciones externas pueden desprenderse y dispersarse a lo largo de cauces de ríos y lagunas interconectadas con ríos. Fotos: A. Rial.

pueden tratarse con esta planta. Marinoff *et al.* (2006) enumeran los usos que le dan las comunidades consultadas en el Chaco argentino y en la India, donde se emplea desde hace siglos en la medicina ayurvédica (Oudhia 1999 a, b). En la cuenca del Orinoco en Venezuela es materia prima de la artesanía de la etnia Warao en el Delta, pero ya hace más de una década que se conoce su valor nutritivo y sus ventajas para el ganado sobre otros pastos forrajeros de los llanos (Rodríguez 1997, 2005). También en Colombia hay algunas experiencias de aprovechamiento como recurso forrajero, producción de papel, artesanía o biocombustible que son seguidas con interés en foros de internet, congresos y publicaciones, confirmando primordialmente su eficacia en el tratamiento de efluentes de la industria ganadera (Murgueitio 2003, Moreno *et al.* 2008), efluentes domésticos (Valderrama *et al.* 2003) y remoción de metales pesados, sólidos suspendidos y colorantes de la industria de la floricultura en este país, "… una alternativa fácil, ecológica y económica para limpiar las aguas" (Vásquez 2004).

Cola de zorro: de la glaciación a los acuarios

Ceratophyllum demersum es una planta acuática sumergida cuyo género se reconoce desde la era Terciaria (45 millones de años) y sobre el cual Les (1986) - quien la considera nativa de Norteamérica- señala que su actual distribución ayuda a interpretar la historia de lo que sucedió durante la era Cuaternaria con algunas plantas acuáticas. Su capacidad de resistir en refugios del norte de América y de migrar al sur durante las glaciaciones (Les *op. cit.*), nos induce a pensar que su presencia en el resto del continente, por ejemplo en Venezuela, -donde no se incluye entre las invasoras- pudo ser natural, en vista de su alta capacidad de dispersión y otras cualidades que favorecen la colonización de otros hábitats. También en Argentina es considerada nativa (Zuloaga y Morrone 1999). Pero otros datos nos recuerdan la hipótesis de orígenes diversos, por ejemplo en la Base de Datos Global de Especies Invasoras (http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?fr=1&si=281), Estados Unidos aparece como su área o rango natural, y aunque mencione que en China es una especie

invasora, Wu (2001) la incluye entre las especies nativas. De modo que persisten las dudas respecto a si el hombre, las capacidades naturales de la especie o ambas, son la causa de esta amplia distribución.

También nos recuerda por una parte, que la condición de invasora-maleza puede ser propiciada por el hombre, y por otra, que no debe asumirse como una condición definitiva el que todas las invasoras se conviertan en maleza. Por ejemplo, en algunos humedales españoles, *C. demersum* no se considera invasora. Su nombre común es alegórico: cama de ranas y figura en la lista de especies amenazadas de Andalucía por la contaminación de sus ambientes. La FAO (2004) al revés y por la causa contraria, la incluye entre las maleza acuáticas que deben ser erradicadas y que proliferan como consecuencia de la contaminación de sus ambientes.

Ventajas para ampliar la distribución geográfica

Las plantas acuáticas pueden tener algunas ventajas para colonizar nuevos hábitats semejantes a los de su centro de origen, pues a diferencia de lo que ocurre en tierra, los flujos hídricos en las cuencas hidrográficas son en sí mismo un medio dinámico de dispersión, al transportar y depositar con sus corrientes, crecientes y desbordes, semillas, plantas o trozos de ellas. De modo que a pesar del aislamiento de algunos de sus hábitats, las plantas acuáticas tienden a tener distribuciones más amplias que sus contrapartes terrestres (Santamaría 2002).

Pero no solo distribuciones geográficas amplias, sino además una gran constancia en cuanto a la composición florística a lo largo de grandes regiones (Figura 3), quizá como un efectivo mecanismo colonizador y competitivo a nivel comunitario tal como reportan Aranha *et al.* (1988), en el estado de Sao Paulo, Brasil.

Podríamos decir que esta amplia distribución de las plantas vasculares acuáticas resulta por una parte de las diversas vías y mecanismos naturales (Cook 1987, Figuerola y Green 2002, Green *et al.* 2002, Santamaría 2002, Santamaría y Klaassen 2002, Boedeltje *et al.* 2004) e interconexión de los



Figura 3. La composición de las comunidades vegetales acuáticas de los llanos inundables del Orinoco en Colombia y Venezuela son muy semejantes. En la foto colonias de *Thalia geniculata, Sagittaria guayanensis y Caperonia palustris* en los Llanos de Yopal (Casanare). Foto: A. Rial

sistemas fluviales y planicies inundables, y por otra, de la plasticidad fenotípica, expresiones de forma y/o estrategia que denominamos ecofases (Rial 2003, 2009), que les permiten vivir en un medio fluctuante. Pero también el hombre es un medio de dispersión importante, pues ha ampliado fortuita o deliberadamente la distribución geográfica de plantas acuáticas vasculares de orígenes diversos (Dutartre y Capdevielle 1982). Ejemplos conocidos son la planta de acuario *Elodea* y de nuevo *Eichhornia crassipes* -en el caso de su introducción a Europa, Asia, Centroamérica o Estados Unidos- y que como toda alteración que va mas allá de la resiliencia de los sistemas, conduce a un desequilibrio temporal con eventuales perjuicios para el hombre.

Ahora bien, como ya hemos comentado, no todas las especies invasoras, es decir aquellas plantas cuyo centro de origen es otro, crecen y se reproducen hasta dominar el medio que ocupan convirtiéndose en maleza. Algunas, tal vez muchas, se establecen en el nuevo espacio geográfico y se naturalizan sin que apenas se advierta su presencia. Así sucede con *Ricciocarpus natans,* un briofito inconspícuo originario de Nueva Zelanda, común en la cuenca del Orinoco (Rial 2009, Rial y Lasso 1999) donde incluso suele ser confundido con *Salvinia y Azolla* (Figura 4). Esta hepática también puede reproducirse sexual o asexualmente por unión de gametos o fragmentación respectivamente. A pesar de esta condición ventajosa, sus poblaciones rara vez alcanzan densidades que perturben al hombre o a otras especies, por el contrario, se denuncian las amenazas que sufren sus hábitats y se resaltan en ellas las cualidades de las plantas acuáticas que debemos estimar (Mendoza-Ruíz 2008): capacidad filtradora y depuradora del agua, hábitat de insectos e invertebrados acuáticos, potencial forrajero, etc.



Figura 4. *Ricciocarpus natans.* Caño Dagua, Orinoquia colombiana. Foto: M. A. Morales-B.

Heliotropium procumbens es otro ejemplo. Considerada una especie nativa en las Islas Salomón (Oceanía) (Hancock y Henderson 1988) y también en China (Wu 2001), en Cambodia, sin embargo, se incluye entre las invasoras o introducidas (Waterhouse 1993). Al igual que en América (Colombia, Costa Rica, Honduras y Salvador), en donde Holm *et al.* (1977) la catalogan entre las peores malezas del mundo. No obstante, esta hierba conocida como rabo de alacrán en Venezuela, es parte de la flora de la sabana inundable y cumple un ciclo natural junto al resto de especies sin ejercer dominancia ecológica sobre la biocenosis, ni desplazar a ninguna especie mas allá del reemplazo natural de unas comunidades por otras a lo largo del ciclo anual (Rial 2004 a, b).

De hecho, solo se considera maleza en algunos monocultivos de caña, mientras que en estado natural ocupa un nicho específico a orillas de los cuerpos de agua como un componente del mosaico vegetal de las sabanas del Orinoco (Ramia 1974, Rial 2009).

Aunque tenemos datos importantes, aún no está claro el patrón que determina el éxito de las especies invasoras (Moles *et al.* 2008). Sabemos sin embargo, que el hombre modifica permanentemente las condiciones naturales de su entorno.

Por esta razón habría que observar y diferenciar el comportamiento de las especies invasoras cuando el medio natural se parece al de su centro de origen -en el que las poblaciones se mantienen equilibradas-, de aquellos en ambientes alterados que suponen una oferta ecológica superior para estas especies hasta el punto hacerlas comportarse como maleza. Recordemos que lo que determina esta condición es su explosión demográfica, es decir el aumento de la densidad de una especie y concomitante dominancia sobre el resto de la comunidad.

Del sistema natural de la vegetación acuática, al alterado de la maleza

Invasora y maleza son términos que no tienen del todo en cuenta, la naturaleza de estos organismos sino el efecto de su presencia sobre los intereses humanos. Los ecosistemas acuáticos tropicales, la mayoría en permanente fluctuación a largo de un ciclo anual, albergan comunidades vegetales con funciones vitales en su biocenosis, pero sobretodo muy aptas para sobrevivir a los cambios permanentes (Neiff 1999, 2001, Rial 2004 a,b), justamente lo que las hace especies potencialmente invasoras y malezas.

En las planicies inundables de Suramérica esto es especialmente importante a la vez que desestimado, por cuanto siguen confundiéndose los pulsos de inundación y sequía con factores de estrés, cuando en realidad la estabilidad del sistema depende justamente de estos cambios recurrentes, que son el marco de la adaptación y amplia distribución de buena parte de su flora acuática.

En los humedales, la vegetación acuática condiciona las propiedades físico-químicas del agua y la estructura de otras comunidades bióticas mediante la regulación y el intercambio entre los ecosistemas terrestre y acuático (Mitsch y Gosselink 1993). Las distintas formas de vida de las plantas acuáticas (emergentes, sumergidas, arraigadas, flotantes) son hábitat de diversos estadios de peces e invertebrados acuáticos, incluso de huevos de aves y de otras plantas acuáticas epífitas. Son un refugio diferencial contra depredadores (Persson y Eklov 1995) e influyen sobre la forma y eficiencia de alimentación de los peces (Dionne y Folt 1991), lo que a su vez determina cambios de hábitat en el zooplancton (Romare y Hansson 2003) y efectos indirectos sobre el desarrollo de las microalgas y la transparencia del agua. Pero el hombre puede cambiar rápidamente los dos factores clave de un sistema acuático: el flujo (cantidad) y la composición (calidad) del agua.

Si una planta acuática de amplio espectro ecológico como *Eichhornia crassipes* es capaz de vivir todo el año y en casi todos los ambientes naturales de una planicie inundable como la del Orinoco (Rial 2004b, 2007), coloniza un ambiente cuyo flujo hídrico ha sido alterado y que recibe además, aportes orgánicos extra provenientes, por ejemplo de la actividad agropecuaria, absorberá estos nutrientes y se reproducirá (sexual o asexualmente) tanto como sea capaz. Apenas con un poco de corriente o viento colonizará otras orillas, probablemente hasta cubrir la mayor parte del espejo de agua. El agua debajo estará más limpia, pues al reducir la penetración de luz y la concentración de nutrientes (fitoplancton y sólidos en suspensión), disminuye la turbidez del agua; además el sistema radicular de *E. crassipes* es filtrador y retiene grandes cantidades de biomasa fitoplanctónica y sólidos en suspensión (Poi de Neiff *et al.* 1994), pero con tanta masa foliar evapotranspirando el agua, este sistema cerrado se colmata y se incrementa la anoxia como resultado de la descomposición de una creciente biomasa que va cubriendo el espejo de agua. Así pues la laguna tiende a desecarse, las cadenas tróficas a romperse y pronto se interpretará la presencia de la planta como una agresión al ecosistema y no como una respuesta eficaz de una especie naturalmente dominante, frente a la oferta de recursos puesta a disposición por el hombre.

Contribuimos además al calentamiento global y consecuente aumento de la temperatura, de modo que indirectamente favorecemos la expansión de *E. crassipes* fuera de su rango natural y en lugares en los que su abundancia solía ser controlada por las bajas temperaturas durante una parte del año.

Por otra parte, se sabe que los patrones de distribución local de la vegetación sumergida suelen estar influenciados por el nivel de contaminación, por lo que se ha inferido que las macrofitas acuáticas son indicadores útiles de la contaminación de las aguas (Melzer 1999). También que se pueden aprovechar las grandes densidades de plantas acuáticas (malezas) en aquellos sistemas que hemos cambiado o en aquellos en los que algunas especies nativas, introducidas o naturalizadas, han colonizado hasta llegar a dominar. De modo que lo importante sería no perder de vista la naturaleza de los sistemas acuáticos para comprender y remediar los cambios desfavorables hasta lograr un nuevo balance.

Para ilustrar otra percepción del hombre sobre algunas plantas introducidas con potencial de maleza, mencionaremos ahora uno de los principales alimen-

tos de la población mundial. Una planta acuática cuyo centro de origen (India, China) aún se discute, y cuya condición de nativa, invasora o maleza es irrelevante ante su categoría de planta alimenticia. Su uso fue rápidamente descubierto por nuestros antepasados y de inmediato mejorado mediante la domesticación hace unos 10.000 años. El arroz (*Oryza sativa*) reemplaza hoy día cientos de especies de plantas acuáticas nativas de humedales en todo el mundo por la justa necesidad que tenemos de comer. Su mayor dominancia y mayor abundancia en este caso, en lugar de ser combatida, es propiciada por el hombre. Su progenitor silvestre es *O. rufipogon* (Acevedo *et al.* 2006) una especie con la que compite en diversos cultivos del mundo y que en Venezuela se considera una especie "introducida y escapada de cultivo" (Duno *et al.* 2007). Pero en las sabanas inundables del Orinoco, *O. rufipogon* la progenitora, crece silvestre, siendo escasa en verano y más abundante durante las lluvias (Rial 2009). El origen de ambas está fuera de América pero su distribución ya es cosmopolita. *Oryza sativa* podría ser una maleza acuática invasora vista desde el punto de vista del resto de especies de los humedales en los que el hombre la siembra. Esta perspectiva aunque inusual, podría servir para comprender mejor y de forma más útil, la distribución y la abundancia que pueden alcanzar algunas plantas acuáticas en los diversos hábitats, así como la función y los usos de estos vegetales como recurso hidrobiológico.

Conclusiones

La distribución geográfica de las plantas acuáticas se amplía constantemente como resultado de los registros en nuevas localidades. Estos datos reflejan su presencia, no así su área de distribución geográfica o rango natural.

En la cuenca del Orinoco la mayoría de las especies (estimamos un 70%), es de origen y distribución Neotropical.

La asignación en la categoría de especie introducida requiere información no siempre disponible y precisa respecto a los centros de origen. En el caso de *E. crassipes* su rango natural parece ser más amplio que la Amazonia brasileña, incluyendo áreas de influencia en la cuenca del Orinoco en Venezuela y Colombia, hasta el corredor fluvial Paraná - Paraguay.

Las plantas acuáticas se convierten en maleza cuando sus densidades superan al resto de especies acompañantes. Esta dominancia espacio-temporal es una condición natural de algunas especies de plantas acuáticas como *E. crassipes Salvinia auriculata* o *Luziola subintegra,* por ejemplo.

Tal dominancia es consecuencia del éxito adaptativo que les confiere su plasticidad fenotípica y puede potenciarse con la oferta de recursos en medios acuáticos alterados por el hombre, básicamente en los que se ha variado la composición fisicoquímica y/o se ha limitado el flujo natural de agua.

La atención que prestemos al mantenimiento de la calidad y cantidad de agua de los sistemas acuáticos servirá por una parte, para mantener los diversos servicios ecosistémicos que provee la flora acuática, y por otra, para evitar la proliferación de especies con tendencia a la dominancia en sus hábitats (malezas).

Pero si esto ya ha ocurrido, es posible y deseable aprovechar estos recursos hidrobiológicos en sus potenciales y usos aun desestimados: artesanal, medicinal, alimenticio, forrajero, cosmético, fertilizante, bioindicador, energético, depurador de aguas, sustitutos de papel o en humedales artificiales. Sin duda, la dominancia de algunas plantas acuáticas las convierten en maleza y a la vez, si conocemos sus cualidades, en un estimable recurso para el hombre.

Agradecimentos

Gracias a mis colegas Judith Rosales, Ángel Fernández, Giusseppe Colonnello y demás árbitros de este manuscrito, por sus apreciaciones y comentarios.

Literatura citada

Aboud A., R. Kidunda, J. Osarya. 2005. Potential of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in ruminant nutrition in Tanzania. *Livestock Research Rural Development* 5: 17.

Acevedo, M., W. Castrillo y U. Belmonte. 2006. Origen, evolución y diversidad del arroz. Trabajo especial. *Agronomía Tropic*al 56 (2): 151-170.

Aranha, C., H. de Freitas Leitão y C. A. Yahn. 1988. Sistemática de plantas invasoras. Campinas, SP. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 174 pp.

Arcos, R., G. Díaz y A. Domínguez. 2002. Macrófitas acuáticas ¿Contaminantes o soluciones de la contaminación por metales pesados? XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. México. Octubre 27-31.

Bagnall, L. O. y J. A. Baldwin.1974. Processing and storage of waterhyacinth silage. *Journal Aquatic Plant Management* 12: 73-79.

Barret, S. 1988. Evolution of breeding systems in *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae): A review. *Annals Missouri Botanical Garden* 75: 641-760.

Boedeltje, G., J. P. Bakker, A. T. Brinke, J. M. van Groenendael y M. Soesbergen. 2004. Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds: the flood pulse concept supported. *Journal of Ecology* 92: 786-796.

Briceño, B. y G. Morillo. 2006. Catálogo de las plantas con flores de los páramos de Venezuela. Parte II. Monocotiledoneas (Liliopsida). *Acta Botánica Venezuelica* 29 (1): 1-54.

Cabrera, A. L y A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Segunda edición. Washington, D.C. OEA. Monografías Científicas. Serie Biología 13. 177 pp.

Carlton, J. T. 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology* 77: 1653-1655.

Cook, C. D. K. 1987. Dispersion in aquatic and amphibian vascular plants. Pp: 179-190. *En:* Crawford, R. M. M. (Eds.). Plant life in aquatic and amphibious habitats. Special Publicaction Number 5, British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Crow, G. E. 1993. Species diversity in aquatic angiosperms: latitudinal patterns. *Aquatic Botany* 44: 229-258.

Cusset, G. y C. Cusset. 1988. Etude sur les Podostemales. 11. Répartition et evolution des Tristichaceae. *Adansonia* 10: 223-262.

Chambers, P. A., P. Lacoul, J. Murphy y M. Thomaz. 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 9-26.

Dionne, M. y C. Folt. 1991. An experimental analysis of macrophyte growth forms as fish foraging habitat. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48 (1): 123-131.

Dutartre, A. y P. Capdevielle. 1982. Répartition actuelle de quelques vegetaux vasculaires aquatiques introduits dans le sud-oues de la France. Pp: 390-393. *En:* Symoens, J. J., S. S. Hooper y P. Compere (Eds.). Studies on aquatic vascular plants. Proceedings of the International Colloquium on Aquatic Vascular Plants (Brussels, 23-25 January, 1981). Royal Botanical Society of Belgium. Brussels.

El-Serafy A., H. Soliman, H. Khattab H, M. El-Ashry y F. Swidan.1981. Dry matter intake and nutrients digestibility of water hyacinth hay, haylage and silage by buffalo steers. *Indian Journal of Animal Science* 57: 698-701.

FAO. 2004. Manejo de malezas para países en desarrollo, Addendum I. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 120, R. Labrada (Ed.) Roma. 305 pp.

Figuerola, J. y A. Green. 2002. Dispersal of aquatic organisms by water-birds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology* 47: 483-494.

Fittkau, E. J. 1969. The fauna of South America. Pp: 624-650. *En:* Fittkau, E. J. J. Illies, H. Klinge, G. H. Schwabe y H. Sioli (Eds.). Biogeography and ecology in South America, 2, Junk. La Haya.

Fosberg, F. R., M. H. Sachet y O. Royce. 1987. A geographical checklist of the Micronesian monocotyledonae. *Micronesica* 20:1-126.

González, B. y M. Piña. 1995. Colección y caracterización de gramíneas naturales forrajeras de la región climática estacional subhúmeda y húmeda de la cuenca del Lago de Maracaibo. *Revista Facultad Agronomía Universidad del Zulia (LUZ)* 12: 175-186.

Goswami, T. y C. Saikia. 1994. Water hyacinth a potential source of raw material for greaseproof paper. *Bioresources Technology* 50: 235-238.

Green, A. J., J. Figuerola y M. I. Sánchez. 2002. Implications of waterbird ecology for the dispersal of aquatic organisms. *Acta Oecologica* 23: 177-189.

Hancock, I. y C. P. Henderson. 1988. Flora of the Solomon Islands. Research Bulletin No. 7. Ministry of Agriculture and Lands, Honiara. 203 pp.

Holm, L. G., D. Plunknett, J. V. Pancho y P. Herberger. 1977. The World´s Worst Weeds. The University Press of Hawaii. Honolulu. 609 pp.

Lacoul, P. y B. Freedman. 2006. Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Review*14: 89-136.

Latalowa, M. 1999. Palaeoecological reconstruction of the environmental conditions and economy in early medieval Wolin – against a background of the Holocene history of the landscape. *Acta Palaeobotanica* 39 (2): 183-271.

Les, D.1986. The phytogeography of *Ceratophyllum demersum* and *C. echinatum* (Ceratophyllaceae) in glaciated North America. *Journal of Botany* 64 (3): 498-509.

Mahamadi, C. 2011. Water hyacinth as a biosorbent: A review. *African Journal of Environment Science and Technology* 5 (13): 1137-1145.

Marinoff, M., C. Chifa y A. Ricciardi. 2006. Especies hidrófitas y palustres utilizadas como medicinales por

los habitantes del norte y nordeste de la provincia del Chaco. *Dominguezia* 22 (1): 15-19.

Meerhoff, M., Rodríguez-Gallego L. y N. Mazzeo. 2002. Potencialidades y limitaciones del uso de *Eichhornia crassipe*s (Mart.) Solms en la restauración de lagos hipereutróficos subtropicales. Pp: 61-74. *En:* Fernández A. y G. Chalar (Eds.) Agua en Iberoamérica: de la limnología a la gestión en Sudamérica. CYTED XVII, Buenos Aires.

Meerhoff, M. y N. Mazzeo. 2004. Importancia de las plantas flotantes libres de gran porte en la conservación y rehabilitación de lagos someros de Suramérica. *Ecosistemas* 13 (2): 13-22.

Melzer, A. 1999. Aquatic macrophytes as tools for lake management. *Hydrobiologia* 395-396 (0): 181-190.

Miranda, M. y A. Lot. 1999. El lirio acuático ¿una planta nativa de México? *Ciencia*s 53:50-54.

Mitsch, W. J. y J. G. Gosselink, 1993. Wetlands. Ed. Van Nostrand Reinhold. New York USA. 722 pp.

Moles, A. T., M. A. Gruber y S. P. Bonser. 2008. A new framework for predicting invasive plant species. *Journal of Ecology* 96: 13-17.

Mora-Olivo, A. J. Villaseñor, I. Luna-Vega y J. Morrone. 2008. Patrones de distribución de la flora vascular acuática estricta en el estado de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 435- 448.

Moreno, V. F., C. Bustamante, E. Murgueitio, H. Arango, Z. Calle, J. F. Naranjo, C. Cuartas y M. F. Caro. 2008. Medidas integrales para el manejo ambiental de la ganadería bovina. Cartilla 2. Recurso Natural Agua. Fedegan- Sena- Cipav. Colombia. 28 pp.

Morrone, J. J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. CYTED- ORCYT-UNESCO- Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Manuales y Tesis SEA Vol. 3. Primera edición. Zaragoza. 148 pp.

Mshandete, A., A. Kivaisi, M. Rubindamayugi y B. Mattiasson. 2004. Anaerobic batch co-digestion of sisal pulp and fish wastes. *Bioresource Technology* 95:19-24.

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development* 15 (10).

Neiff, J. J. 2001. Diversity in some tropical wettland systems of South America. Pp: 57-186. *En:* Gopal, B. W. Junk y J. Davis (Eds.) Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Vol. II Backhuys Publish The Netherlands.

Neiff, J. J.1999. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. Pp: 97-146. *En:* A. Malvárez (Ed.). Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sudamérica, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.

Oudhia, P. 1999 a. Medicinal weeds in rice fields of Chhattisgarh (India). *International Rice Research Notes* 24: 40.

Oudhia, P. 1999 b. Studies on allelopathy and medicinal weeds in chickpea fields. *International Chickpea Pigeonpea Newsletter* 6: 29-33.

Pazl, E. A. y M. J. Bassagodal. 1999. Uruguayan vascular aquatic plants. *En:* Abstracts of XVI International Botanical Congress, 1-7 August 1999, Saint Louis, Missouri.

Peñuela, L., A. Fernández, F. Castro y A. Ocampo. 2011. Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquia. Convenio de cooperación interinstitucional entre TNC y y Fundación Horizonte Verde. Fundación Biodiversidad España y Corporinoquia Colombia. Colombia. 66 pp.

Persson, L. y P. Eklov. 1995. Prey refuges affecting interactions between piscivorous perch and juvenile perch and roach. *Ecology* 76 (1) 70-81.

Philbrick, C. T., C. P. Bove y H. I. Stevens. 2010. Endemism in Neotropical Podostemaceae. *Annals Missouri Botanical Garden* 97: 425-456.

Poi de Neiff, A., J. J. Neiff, O. Orfeo y R. Carignan. 1994. Quantitative importance of particulate matter retention by the roots of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in the Paraná floodplain. *Aquatic Botany* 47: 213-223.

Ramia, M. 1974. Plantas de las sabanas llaneras. Monte Avila Editores. Caracas. 287 pp.

Rapoport, E. H. 1968. Algunos problemas biogeográficos del Nuevo Mundo con especial referencia a la región Neotropical. Pp: 55-110. *En:* Delamare Debouteville y E. H. Rapoport (Eds.). Biologie del'Amerique Australe, 4, CNRS, Paris.

Rial. A. 2003 ("2001"). El concepto de planta acuática en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 155: 119-132.

Rial, A. 2004 a ("2002"). Acerca de la dinámica temporal de la vegetación en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 158: 59-71.

Rial, A. 2004 b. Variabilidad espacio-temporal de las comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los Llanos de Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 52 (2): 403-413.

Rial, A. 2007. Flora y vegetación acuática de los Llanos de Venezuela, con especial énfasis en el humedal de los Llanos de Apure. Pp: 99-105. *En:* R. Duno, G. Aymard y O. Huber (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela. FUDENA - Fundación Polar - FIBV. Caracas.

Rial, A. 2009. Plantas acuáticas de los Llanos del Orinoco. Editorial Orinoco-Amazonas. Caracas. 392 pp.

Rial, A. y C. A. Lasso.1999. *Ricciocarpus natans* (L.) Corda (Ricciaceae) in Venezuela: taxonomical and habitat observations. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 58 (149): 85-88.

Rodríguez, J. C. 1997. Valor nutritivo de la bora (*Eichhornia crassipes* Mart. Solms) en relación a su utilización como forraje. *Zootecnia Tropical* 15 (1): 51-65.

Rodríguez, J. C., A. Marcano y J. Salazar. 2005. Efecto de la suplementación con bloques muticionales a base de *Eichhornia crassipes* sobre la producción de leche de vacas de la raza cebú x criollo. *Pastos* 35 (2): 179-189.

Romare, P. y L. A. Hansson. 2003. A behavioral casacade: top predator induced behavioral shifts in planktivorous fish and zooplankton. *Limnology and Oceanography* 48 (5): 1956-1964.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.

Sajn, S. A, T. G. Bulc y D. Vrhovsek. 2005. Comparison of nutrient cycling in a surfaceflow constructed wetland and in a facultative pond treating secondary effluent. *Water Science Technology* 51: 291-298.

Santamaría, L. 2002. Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica* 23:137-154.

Santamaría, L. y M. Klaassen. 2002. Waterbird-mediated dispersal of aquatic organisms: An introduction. *Acta Oecologica* 23:115-119.

Sculthorpe, C. D. 1985. The biology of aquatic vascular plants. Edward Arnold, Londres. 610 pp.

Shiralipour, A. y P. H. Smith.1984. Conversion of biomass to methane gas. *Biomass* 6: 85-94.

Stuckey, R. L. 1993. Phytogeographical outline of aquatic and wetland angiosperms in continental eastern North America. *Aquatic Botany* 44: 259-301.

Tejos, R. 1978. Producción del pasto lambedora (*Leersia hexandra* Swartz) durante el periodo inundado de una sabana. *Agronomía Tropical* 28 (6): 517-526.

Valderrama, L. T., C. Campos, S. Velandia y N. Zapata. 2003. Evaluación del efecto del tratamiento con plantas medicinales (*E. crassipes, Lemna* sp. y *L. laevigatum*) en la remoción de indicadores de contaminación fecal en aguas residuales domésticas. Memorias del Seminario Internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Cartagena, Colombia.

Waterhouse, D. F. 1993. The major arthropod pests and weeds of agriculture in Southeast Asia. The Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 141 pp.

Wu, Te-lin. 2001. Check List of Hong Kong Plants. Hong Kong Herbarium and the South China Institute of Botany. Agriculture, Fisheries and Conservation Department Bulletin 1 (revised). 384 pp.

Zuloaga, F. O. y O. Morrone. 1999. Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II. Dicotyledoneae. Saint Louis: Missouri Botanical Garden Press. Monographs in Systematic Botany 74. 1269 pp.

Anabel Rial B.
Fundación La Salle de Ciencias Naturales
Museo de Historia Natural La Salle
Caracas (Venezuela)
rialanabel@gmail.com

Plantas acuáticas: aspectos sobre su distribución geográfica, condición de maleza y usos

Recibido: 5 de noviembre de 2012
Aprobado: 24 de abril de 2013

Guía para autores - Artículos de datos

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

El objetivo de esta guía es establecer y explicar los pasos necesarios para la elaboración de un manuscrito con el potencial de convertirse en artículo de datos para ser publicado en la revista *Biota Colombiana*. En esta guía se incluyen aspectos relacionados con la preparación de datos y el manuscrito.

¿Qué es un artículo de datos?

Un artículo de datos o *Data Paper* es un tipo de publicación académica que ha surgido como mecanismo para incentivar la publicación de datos sobre biodiversidad, a la vez que es un medio para generar reconocimiento académico y profesional adecuado a todas las personas que intervienen de una manera u otra en la gestión de información sobre biodiversidad.

Los artículos de datos contienen las secciones básicas de un artículo científico tradicional. Sin embargo, estas se estructuran de acuerdo a un estándar internacional para metadatos (información que le da contexto a los datos) conocido como el *GBIF Metadata Profile* (GMP)[1]. La estructuración del manuscrito con base en este estándar se da, en primer lugar, para facilitar que la comunidad de autores que publican conjuntos de datos a nivel global, con presencia en redes como la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) y otras redes relacionadas, puedan publicar fácilmente artículos de datos obteniendo el reconocimiento adecuado a su labor. En segundo lugar, para estimular que los autores de este tipo de conjuntos de datos que aún no han publicado en estas redes de información global, tengan los estímulos necesarios para hacerlo.

Un artículo de datos debe describir de la mejor manera posible el quién, qué, dónde, cuándo, por qué y cómo de la toma y almacenamiento de los datos, sin llegar a convertirse en el medio para realizar un análisis exhaustivo de los mismos, como sucede en otro tipo de publicaciones académicas. Para profundizar en este modelo de publicación se recomienda consultar a Chavan y Penev (2011)[2].

¿Qué manuscritos pueden llegar a ser artículos de datos?

Manuscritos que describan conjuntos de datos primarios y originales que contengan registros biológicos (captura de datos de la presencia de un(os) organismo(s) en un lugar y tiempo determinados); información asociada a ejemplares de colecciones biológicas; listados temáticos o geográficos de especies; datos genómicos y todos aquellos datos que sean susceptibles de ser estructurados con el estándar *Darwin Core*[3] (DwC). Este estándar es utilizado dentro de la comunidad de autores que publican conjuntos de datos sobre biodiversidad para estructurar los datos y de esta manera poder consolidarlos e integrarlos desde diferentes fuentes a nivel global. No se recomienda someter manuscritos que describan conjuntos de datos secundarios, como por ejemplo compilaciones de registros biológicos desde fuentes secundarias (p.e. literatura o compilaciones de registros ya publicados en redes como GBIF o IABIN).

Preparación de los datos

Como se mencionó anteriormente los datos sometidos dentro de este proceso deben ser estructurados en el estándar DwC. Para facilitar su estructuración, el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia), ha creado dos plantillas en Excel, una para registros biológicos y otra para listas de especies. Lea y siga detenidamente las instrucciones de las plantillas para la estructuración de los datos a publicar. Para cualquier duda sobre el proceso de estructuración de estos datos por favor contactar al equipo coordinador del SiB Colombia (EC-SiB) en sib+iac@humboldt.org.co.

Preparación del manuscrito

Para facilitar la creación y estructuración del manuscrito en el estándar GMP, se cuenta con la ayuda de un editor electrónico (http://ipt.sibcolombia.net/biota) que guiará al autor en dicho proceso y que finalmente generará una primera versión del manuscrito. Se recomienda el uso del manual GMP, como una guía de la información a incluir en cada sección del manuscrito, junto con el anexo 1.

Pasos a seguir para la elaboración del manuscrito:

1 Solicite al correo sib+iac@humboldt.org.co el acceso al editor electrónico. El EC-SiB le asignará un usuario y contraseña.

2. Ingrese con su usuario y contraseña al editor electrónico, luego diríjase a la pestaña *Gestión de recursos* y cree un nuevo recurso asignando un nombre corto a su manuscrito usando el formato "AcrónimoDeLaInstitución_año_tipoDeConjuntoDeDatos", p.e. ABC_2010_avestinije y dar clic en el botón crear.

3. En la vista general del editor seleccione "editar" en la pestaña *Metadatos* (por favor, no manipule ningún otro elemento), allí encontrará diferentes secciones (panel derecho) que lo guiarán en la creación de su manuscrito. Guarde los cambios al finalizar

[1] Wieczorek, J. 2011. Perfil de Metadatos de GBIF: una guía de referencia rápida. En: Wieczorek, J. The GBIF Integrated Publishing Toolkit User Manual, version 2.0. Traducido y adaptado del inglés por D. Escobar. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 23p. Disponible en http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos.

[2] Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

[3] TDWG. 2011. *Darwin Core:* una guía de referencia rápida. (Versión original producida por TDWG, traducida al idioma español por Escobar, D.; versión 2.0). Bogotá: SiB Colombia, 33 pp. Disponible en http://www.sibcolombia.net/repositorio-de-documentos

cada sección, de lo contrario perderá la información. Recuerde usar el manual GMP. A continuación se presentan algunas recomendaciones para la construcción del manuscrito. Las secciones se indican en MAYUSCULAS y los elementos de dichas secciones en **negrilla**.

- En PARTES ASOCIADAS incluya únicamente aquellas personas que no haya incluido en INFORMACIÓN BÁSICA.
- Los DATOS DEL PROYECTO y DATOS DE LA COLECCIÓN son opcionales según el tipo de datos. En caso de usar dichas secciones amplíe o complemente información ya suministrada, p. ej. no repita información de la **descripción** (COBERTURA GEOGRÁFICA) en la **descripción del área de estudio** (DATOS DEL PROYECTO).
- De igual manera, en los MÉTODOS DE MUESTREO, debe ampliar o complementar información, no repetirla. La información del **área de estudio** debe dar un contexto específico a la metodología de muestreo.
- Es indispensable documentar el **control de calidad** en MÉTODOS DE MUESTREO. Acá se debe describir que herramientas o protocolos se utilizaron para garantizar la calidad y coherencia de los datos estructurados con el estándar DwC.
- Para crear la **referencia del recurso**, en la sección REFERENCIAS, utilice uno de los dos formatos propuestos (Anexo 2). No llene el **identificador de la referencia,** este será suministrado posteriormente por el EC-SiB.
- Para incluir la bibliografía del manuscrito en **referencias**, ingrese cada una de las citas de manera individual, añadiendo una nueva referencia cada vez haciendo clic en la esquina inferior izquierda.

4. Rectifique que el formato de la información suministrada cumpla con los lineamientos de la revista (p. ej. abreviaturas, unidades, formato de números etc.) en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

5. Una vez incluida y verificada toda la información en el editor electrónico notifique al EC-SiB al correo electrónico sib+iac@humboldt.org.co, indicando que ha finalizado la edición del manuscrito. Adicionalmente adjunte la plantilla de Excel con los datos estructurados (elimine todas las columnas que no utilizó). El EC-SiB realizará correcciones y recomendaciones finales acerca de la estructuración de los datos y dará las instrucciones finales para que usted proceda a someter el artículo.

Someter el manuscrito

Una vez haya terminado la edición de su manuscrito y recibido las instrucciones por parte del EC-SIB, envíe una carta al correo electrónico biotacol@humboldt.org.co para someter su artículo, siguiendo las instrucciones en la Guía general para autores de *Biota Colombiana*.

Recuerde adjuntar:

- Plantilla de Excel con la última versión de los datos revisada por el EC-SiB.
- Documento de Word con las figuras y tablas seguidas de una lista las mismas.

Cuando finalice el proceso, sus datos se harán públicos y de libre acceso en los portales de datos del SiB Colombia y GBIF. Esto permitirá que sus datos estén disponibles para una audiencia nacional e internacional, manteniendo siempre el crédito para los autores e instituciones asociadas.

Anexo 1. Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
Título	Derivado del elemento **título**.
Autores	Derivado de los elementos **creador del recurso**, **proveedor de los metadatos** y **partes asociadas**.
Afiliaciones	Derivado de los elementos **creador del recurso**, **proveedor de los metadatos** y **partes asociadas**. De estos elementos, la combinación de **organización**, **dirección**, **código postal**, **ciudad**, **país** y **correo electrónico**, constituyen la afiliación.
Autor de contacto	Derivado de los elementos **creador del recurso** y proveedor de los metadatos.
Citación	Para uso de los editores.
Citación dele recurso	Derivada del elemento **referencia del recurso**.
Resumen	Derivado del elemento **resumen**. Máximo 200 palabras.
Palabras clave	Derivadas del elemento **palabras clave**. Máximo seis palabras.
Abstract	Derivado del elemento ***abstract***. Máximo 200 palabras.
Key words	Derivadas del elemento ***key words.*** Máximo seis palabras.
Introducción	Derivado del elemento **propósito** (de las secciones Introducción y Antecedentes). Se sugiere un breve texto para introducir las siguientes secciones. Por ejemplo, historia o contexto de la colección biológica o proyecto en relación con los datos descritos, siempre y cuando no se repita información en las subsecuentes secciones.

cont. **Anexo 1.** Estructura base de un artículo de datos y su correspondencia con el editor electrónico basado en el GMP.

SECCIÓN/SUBSECCIÓN	CORRESPONDENCIA CON LOS ELEMENTOS DEL EDITOR ELECTRÓNICO
Datos del proyecto	Derivada de los elementos de la sección Datos del proyecto: **título**, **nombre**, **apellido**, **rol**, **fuentes de financiación**, **descripción del área de estudio** y **descripción del proyecto**.
Cobertura taxonómica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura taxonómica: **descripción**, **nombre científico**, **nombre común** y **categoría**.
Cobertura geográfica	Derivada de los elementos de la sección Cobertura geográfica: **descripción**, **latitud mínima**, l**atitud máxima, longitud mínima, longitud máxima**.
Cobertura temporal	Derivada de los elementos de la sección Cobertura temporal: **tipo de cobertura temporal.**
Datos de la colección	Derivada de los elementos de la sección Datos de la colección: **nombre de la colección**, **identificador de la colección**, **identificador de la colección parental**, **método de preservación de los especímenes** y **unidades curatoriales**.
Material y métodos	Derivado de los elementos de la sección Métodos de muestreo: **área de estudio**, **descripción del muestreo**, **control de calidad**, **descripción de la metodología paso a paso**.
Resultados	
Descripción del conjunto de datos	Derivado de los elementos de las secciones Discusión y Agradecimientos, contiene información del formato de los datos y metadatos: **nivel de jerarquía**, **fecha de publicación** y **derechos de propiedad intelectual**.
Discusión	Se deriva del elemento **discusión**. Un texto breve (máximo 500 palabras), que puede hacer referencia a la importancia, relevancia, utilidad o uso que se le ha dado o dará a los datos en publicaciones existentes o en posteriores proyectos.
Agradecimientos	Se deriva del elemento **agradecimientos**.
Bibliografía	Derivado del elemento **bibliografía**.

Anexo 2. Formatos para llenar el elemento referencia del recurso.

La referencia del recurso es aquella que acompañará los datos descritos por el artículo, públicos a través de las redes SiB Colombia y GBIF. Tenga en cuenta que esta referencia puede diferir de la del artículo. Para mayor información sobre este elemento contacte al EC-SiB. Aquí se sugieren dos formatos, sin embargo puede consultar otros formatos establecidos por GBIF[4].

TIPO DE RECURSO	PLANTILLA	EJEMPLO
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de un proyecto de carácter institucional o colectivo con múltiples participantes.	<Institución publicadora/ Grupo de investigación> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>. <Número total de registros>, <aportados por:> <parte asociada 1 (rol), parte asociada 2 (rol) (…)>. <En línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>.	Centro Nacional de Biodiversidad (2013). Vertebrados de la cuenca de la Orinoquia. 1500 registros, aportados por Pérez, S. (Investigador principal, proveedor de contenidos, proveedor de metadatos), M. Sánchez (Procesador), D. Valencia (Custodio, proveedor de metadatos), R. Rodríguez (Procesador), S. Sarmiento (Publicador), V. B. Martínez (Publicador, editor). En línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin, publicado el 01/09/2013.
El conjunto de datos que el manuscrito describe es resultado de una iniciativa personal o de un grupo de investigación definido.	<Parte asociada 1, parte asociada 2 (…)> <(Año)>, <Título del recurso/Artículo>, <Número total de registros>, <en línea,> <url del recurso>. <Publicado el DD/MM/AAAA>	Valencia, D., R. Rodríguez y V. B. Martínez (2013). Vertebrados de la cuenca del Orinoco. 1500 registros, en línea, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin. Publicado el 01/09/2001.

[4] GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

Guidelines for authors - Data Papers

www.humboldt.org.co/biota - biotacol@humboldt.org.co | www.sibcolombia.net - sib+iac@humboldt.org.co

The purpose of this guide is to establish and explain the necessary steps to prepare a manuscript with the potential to become a publishable data paper in Biota Colombiana. This guide includes aspects related to the preparation of both data and the manuscript.

What is a Data Paper?

A data paper is a scholarly publication that has emerged as a mechanism to encourage the publication of biodiversity data as well as an approach to generate appropriate academic and professional recognition to all those involved in in the management of biodiversity information.

A data paper contains the basic sections of a traditional scientific paper. However, these are structured according to an international standard for metadata (information that gives context to the data) known as the *GBIF Metadata Profile* (GMP)[1]. The structuring of the manuscript based on this standard enables the community of authors publishing datasets globally, with presence in networks such as the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) and other related networks, to publish data easily while getting proper recognition for their work and to encourage the authors of this type of data sets that have not yet published in these global information networks to have the necessary incentives to do so.

A data paper should describe in the best possible way the Whom, What, Where, When, Why and How of documenting and recording of data, without becoming the instrument to make a detailed analysis of the data, as happens in other academic publications. To deepen this publishing model, it is recommended to consult Chavan & Penev (2011)[2].

Which manuscripts are suitable for publication as data paper?

Manuscripts that describe datasets containing original primary biological records (data of occurrences in a particular place and time); information associated with specimens of biological collections, thematic or regional inventories of species, genomic data and all data likely to be structured with the standard *Darwin CoreDarwin Core*[3] (DwC). This standard is used in the community of authors publishing biodiversity datasets to structure the data and thus to consolidate and integrate from different sources globally. It is not recommended to submit manuscripts describing secondary datasets, such as biological records compilations from secondary sources (e.g. literature or compilations of records already published in networks such as GBIF or IABIN).

Dataset preparation

As mentioned above data submitted in this process should be structured based on DwC standard. For ease of structuring, the Biodiversity Information System of Colombia (SiB Colombia), created two templates in Excel; one for occurrences and other for species checklist. Carefully read and follow the template instructions for structuring and publishing data. For any questions about the structure process of data please contact the Coordinator Team of SiB Colombia (EC-SiB) at sib+iac@humboldt.org.co

Manuscript preparation

To assist the creation and structuring of the manuscript in the GMP standard, an electronic writing tool is available (http://ipt.sibcolombia.net/biota) to guide the author in the process and ultimately generate a first version of the manuscript. The use of GMP manual as an information guide to include in each section of the manuscript, as well as the annex 1 is recommended.

Steps required for the manuscript preparation:

1 Request access to the electronic writing tool at sib+iac@humboldt.org.co. The EC-SiB will assign a username and password.

2. Login to the electronic writing tool, then go to the tab Manage Resources and create a new resource by assigning a short name for your manuscript and clicking on the Create button. Use the format: "InstitutionAcronym_Year_DatasetFeature", e.g. NMNH_2010_rainforestbirds.

3. In the overview of the writing tool click on edit in Metadata section (please, do not use any other section), once there you will find different sections (right panel) that will guide you creating your manuscript. Save the changes at the end of each section, otherwise you will lose the information. Remember to use the GMP manual. Here are some recommendations for editing the metadata, sections are indicated in CAPS and the elements of these sections in **bold**.

---

[1] GBIF (2011). GBIF Metadata Profile, Reference Guide, Feb 2011, (contributed by O Tuama, E., Braak, K., Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility,19 pp. Accesible at http://links.gbif.org/gbif_metadata_profile_how-to_en_v1.

[2] Chavan, V. y L. Penev. 2011. The data paper: The mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. BMC Bioinformatics 12 (Suppl 15): S2.

[3] Biodiversity Information Standards – TDWG. Accesible at http://rs.tdwg.org/dwc/terms/

- In ASSOCIATED PARTIES include only those who are not listed in BASIC INFORMATION.
- PROJECT DATA and COLLECTION DATA are optional depending on the data type. When using these sections extend or complement information already provided, i.e. do not repeat the same information describing the **description** (GEOGRAPHIC COVERAGE) in the **study area description** (PROJECT DATA).
- Likewise, in SAMPLING METHODS, you must expand or complete the information, not repeat it. The information in **study extent** should give a specific context of the sampling methodology.
- It is essential to document the **quality control** in SAMPLING METHODS. Here you should describe what tools or protocols were used to ensure the quality and consistency of data structured with DwC standard.
- To create the **resource citation** in the CITATIONS section, follow one of the two formats proposed (Annex 2). Do not fill out the **citation identifier,** this will be provided later by the EC-SiB.
- To include the manuscript bibliography in **citations**, enter each of the citations individually, adding a new citation each time by clicking in the bottom left.

4. Check that the format of the information provided meets the guidelines of the journal (e.g. abbreviations, units, number formatting, etc.) in the *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.
5. Once included and verified all information in the writing tool, notify to EC-SiB at sib+iac@humboldt.org.co, indicating that you have finished editing the manuscript. Additionally attach the Excel template with structured data (remove all columns that were not used). The EC-SiB will perform corrections and final recommendations about the structure of the data and give you the final instructions to submit the paper.

Submit the manuscript

Once you have finished editing your manuscript and getting the instructions from EC-SIB, send a letter submitting your article to email biotacol@humboldt.org.co, following the instructions of *Biota Colombiana* Guidelines for Authors.

Remember to attach:

- Excel template with the latest version of the data reviewed by the EC-SiB.
- Word document with figures and tables followed by a list of them.

At the end of the process, your information will be public and freely accessible in the data portal of SiB Colombia and GBIF. This will allow your data to be available for national and international audience, while maintaining credit to the authors and partner institutions.

Annex 1. Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
Title	Derived from the **title** element.
Authors	Derived from the **resource creator**, **metadata provider**, and **associated parties** elements.
Affiliations	Derived from the **resource creator**, **metadata provider** and **associated parties** elements. From these elements combinations of **organization**, **address**, **postal code**, **city**, **country** and **email constitute the affiliation**.
Corresponding author	Derived from the **resource contact**, **metadata provider** elements.
Citation	For editors use.
Resource citation	Derived from the **resource citation** element.
Resumen	Derived from the ***resumen*** element. 200 words max.
Palabras clave	Derived from the ***palabras clave*** element. 6 words max.
Abstract	Derived from the **abstract** element. 200 words max.
Key words	Derived from the **key words** element. 6 words max.
Introduction	Derived from the **purpose** (Introduction and Background section). A short text to introduce the following sections is suggested. For example, history or context of the biological collection or project related with the data described, only if that information is not present in subsequent sections.
Project data	Derived from elements **title**, **personnel first name**, **personnel last name**, **role**, **funding**, **study area description**, and **design description**.
Taxonomic Coverage	Derived from the taxonomic coverage elements: **description**, **scientific name**, **common name** and **rank**.
Geographic Coverage	Derived from the geographic coverage elements: **description**, **west**, **east**, **south, north**.

cont. **Annex 1.** Basic structure of a data paper and its mapping to the writing tool elements based on GM.

SECTION/SUB-SECTION HEADING	MAPPING WITH WRITING TOOL ELEMENTS
Temporal Coverage	Derived from the temporal coverage elements: **temporal coverage type**.
Collection data	Derived from the collection data elements: **collection name**, **collection identifier**, **parent collection identifier**, **specimen preservation method** and **curatorial units**.
Materials and methods	Derived from the sampling methods elements: **study extent**, **sampling description**, **quality control** and **step description**.
Resultados	
Descripción del conjunto de datos	Derived from the discussion and acknowledgments, contains information about the format of the data and metadata: **hierarchy level**, **date published** and **ip rights.**
Discussion	Derived from the discussion element. A short text (max 500 words), which can refer to the importance, relevance, usefulness or use that has been given or will give the data in the published literature or in subsequent projects.
Acknowledgments	Derived from the **acknowledgments** element.
Bibliography	Derived from the **citations** element.

Annex 2. Citation style quick guide for “resource reference” section.

The Resource Reference is the one that refer to the dataset described by the paper, publicly available through SiB Colombia and GBIF networks. Note that this reference may differ from the one of the paper. For more information about this element contact EC-SiB.

Here two formats are suggested; however you can consult other formats established by GBIF[4].

TYPE OF RESOURCE	TEMPLATE	EXAMPLE
The paper is the result of a collective or institutional project with multiple participants.	<Institution/Research Group>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>. <Number of total records>, <provided by :> <associated party 1 (role), associated party 2 (role), (…)>. <Online,> <resource URL>, <published on>. <Published on DD/MM/AAAA>.	National Biodiversity (2013). Vertebrates in Orinoco, 1500 records, provided by: Perez, S. (Principal investigator, content provider), M. Sanchez (Processor), D. Valencia (Custodian Steward, metadata provider), R. Rodriguez (Processor), S. Sarmiento (Publisher), VB Martinez (Publisher, Editor). Online, http://ipt.sibcolombia.net/ biota/resource.do?r=verte_orin, published on 01/09/2013.
The paper is the result of a personal initiative or a defined research group.	<associated party 1, associated party 2, (…)>. <Year>, <Title of the Resource/Paper>, <Number of total records>, <Online,> <resource URL>. <Published on DD/MM/AAAA>.	Valencia, D., R. Rodríguez and V. B. Martínez. (2013). Vertebrate Orinoco Basin, 1500 records, Online, http://ipt.sibcolombia.net/biota/resource.do?r=verte_orin, published on 01/09/2001

[4] GBIF (2012). Recommended practices for citation of the data published through the GBIF Network. Version 1.0 (Authored by Vishwas Chavan), Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility. Pp.12, ISBN: 87-92020-36-4. Accessible at http://links.gbif.org/gbif_best_practice_data_citation_en_v1

Guía para autores

(www.humboldt.org.co/biota)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.
- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 ºC). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg^{-1}.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Exprese los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02º37´53´´N-56º28´53´´O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- Resumen: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- Palabras clave: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

Artículo en revistas

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

Libros, tesis e informes técnicos

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

Páginas Web

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(*www.humboldt.org.co/biota*)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet aplication (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicates:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al*.). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 ºC). For relative measures such as m/sec, use m.sec^{-1}.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to seperate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the excpetino of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02º37´53´´N-56º28´53´´O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.
- When quoting references in the text mentioned author´s last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- Abstract: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- Key words: six key words maximum, complementary to the title.

Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periodss, capital letters, etc.

Journal article

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

Book, thesis, technical reviews

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

Web pages

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

Biota Colombiana Vol. 14 • Número 2 • Julio - diciembre de 2013

Una publicación del /*A publication of:* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
En asocio con /*In collaboration with:*
Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar
Missouri Botanical Garden

TABLA DE CONTENIDO / *TABLE OF CONTENTS*

Hongos macroscópicos en un bosque de niebla intervenido, vereda Chicoral, Valle del Cauca, Colombia. *Edier Soto-Medina y Ana Cristina Bolaño-Rojas*.............. 1

Lista de las diatomeas de ambientes continentales de Colombia. *Yimmy Montoya-Moreno, Silvia Sala, Amelia Vouilloud, Néstor Aguirre y Yasmin Plata-Díaz* 13

Plantas acuáticas: aspectos sobre su distribución geográfica, condición de maleza y usos. *Anabel Rial B.*.............. 79

Chinches acuáticas de la superfamilia Nepoidea (Hemiptera: Nepomorpha) de Colombia: nuevos registros para Suramérica y ampliación de su distribución en el país. *Iván Romero y Jorge Ari Noriega* 92

Listado de avispas sociales (Vespidae: Polistinae) del departamento de Sucre, Colombia. *Yeison López G., Silfredo Canchila P. y Deivys Alvarez G.* 108

Peces de la cuenca del río Pauto, Orinoquia colombiana. *Javier A. Maldonado-Ocampo, Alexander Urbano-Bonilla, José Vicente Preciado y Juan D. Bogotá-Gregory* 114

La Colección Ictiológica del Museo de La Salle (MSL), Universidad de La Salle, Bogotá, D. C. *José Edilson Espitia-Barrera, César Augusto Castellanos-Morales y Edna Carolina Bonilla* 138

Diversidad de herpetofauna en el Valle del Cauca: un enfoque basado en la distribución por ecorregiones, altura y zonas de vida ecológicas. *Victoria Eugenia Cardona-Botero, Ronald Andrés Viáfara-Vega, Alejandro Valencia-Zuleta, Andrea Echeverry-Bocanegra, Oscar Darío Hernández-Córdoba, Andrés Felipe Jaramillo-Martínez, Reynel Galvis-Cruz, Jaime Andrés Gutiérrez y Fernando Castro-Herrera* 157

Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Sergio Chaparro-Herrera, María Ángela Echeverry-Galvis, Sergio Córdoba-Córdoba y Adriana Sua-Becerra* 235

Listado y anotaciones sobre la historia natural de las aves del litoral de San Andrés de Tumaco, Nariño (Colombia). *Johanna I. Murillo-Pacheco, Wilian F. Bonilla Rojas y Juan Carlos de las Casas* 273

Evaluación del impacto de las medidas de conservación del Libro Rojo de peces dulceacuícolas (2002-2012) en Colombia. *Paula Sánchez-Duarte y Carlos A. Lasso* 288

Regeneración del hábitat en áreas con presencia documentada de especies amenazadas. Una contribución a la conservación asociada a la operación del proyecto Central Hidroeléctrica Miel I, cordillera Central de Colombia, departamento de Caldas. *German I. Andrade, Eugenio Valderrama, Huber Alexander Vanegas y Sebastián González* 313

Ocupación de jagüeyes por la babilla, *Caiman crocodilus fuscus* (Cope, 1868), en el Caribe colombiano. *Jaime De La Ossa V. y Alejandro De La Ossa-Lacayo* 327

Nota. Registro de hifomicetos acuáticos para la región andino-amazónica colombiana. *Gustavo A. Ruiz-Chala y Marlon Peláez-Rodríguez* 337

Nota. Third observation of the Chocoan blunt-headed vine snake, *Imantodes chocoensis* (Serpentes: Dipsadidae) for Colombia. *Julián Andrés Rojas-Morales, Sergio Escobar-Lasso, Alejandra Osorio-Ortíz y Leidy Andrea Lozano-Ríos* 341

Nota. Descripción de un nuevo garcero en los Llanos de Casanare, Colombia. *Rafael Antelo* 345

Guía para autores y Guía para artículos de datos (*Data Papers*) 351

